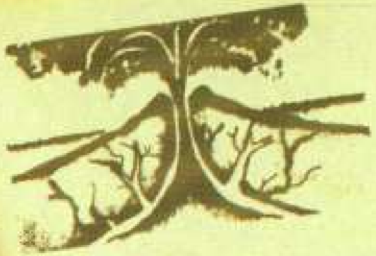
मनोविकास प्रकाशन



आजकाल टेलिव्हिजनद्वारे पृथ्वीवर
कोठेही ज्वालामुखीचा उद्रेक झालेला
आपण प्रत्यक्ष पडद्यावर पाहू शकतो.
लांबून पाहायला मनोहारी दिसणारे
ते दृश्य प्रत्यक्षात किती विनाशकारी आहे
याचीही आपल्याला चांगलीच कल्पना येते.
पृथ्वीच्या जन्मापासून असे अनेक उद्रेक
होतच आहेत. मानवाच्या इतिहासातदेखील
असे अनेक प्रलयंकारी उद्रेक झाले होते
त्यांची माहिती घेता घेता
पृथ्वीच्या पोटातील विविध थर आणि
त्यातील अविश्वसनीय उष्णता आणि
त्यांचे दृश्य परिणाम याची शास्त्रीय माहिती
असिमॉव्ह आपल्याला देतात.
त्याचबरोबर पृथ्वीखेरीज इतर ग्रहांवरील
ज्वालामुखींबद्दलही अनेक गोष्टी आपण
या पुस्तकातून जाणून घेऊ शकतो.

शो धां च्या क था

ज्वालामुखी

आयझॅक आसिमॉव्ह

अनुवाद-सुजाता गोडबोले

शोधांच्या कथा

ज्वालामुखी

आयझॅक आसिमॉव्ह
अनुवाद : सुजाता गोडबोले

मनोविकास प्रकाशन

Shodhanchya Katha - JwalaMukhi
शोधांच्या कथा – ज्वालामुखी

प्रकाशक । अरविंद घन:श्याम पाटकर
मनोविकास प्रकाशन, सदनिका क्र. ३/अ, चौथा मजला, शक्ती टॉवर्स,
६७२, नारायण पेठ, नू. म. वि. समोरील गल्ली, पुणे - ४११०३०.
दूरध्वनी : ०२०-६५२६२९५०
Website : www.manovikasprakashan.com
Email : manovikaspublication@gmail.com

© हक्क सुरक्षित

मुखपृष्ठ । गिरीश सहस्रबुद्धे अक्षरजुळणी । गणराज उद्योग, पुणे.
मुद्रक । बालाजी एन्टरप्रायजेस, पुणे. प्रथमावृत्ती । ११ जून २०१२
ISBN : 978-93-81636-92-3

मूल्य । रुपये ३५

अनुक्रमणिका

१ | थेराचा स्फोट-५

२ | ज्वालामुखीसंबंधीचे प्राचीन विचार-१५

३ | ज्वालामुखीचे प्रचंड उद्रेक-२३

४ | पृथ्वीच्या पोटातील उष्णता-४२

५ | विश्वातील इतर ज्वालामुखी-५२

क्रीटमधील भित्तिचित्राचा एक तुकडा

१ | थेराचा स्फोट

आधुनिक ग्रीस व तुर्कस्थानच्या दरम्यानच्या एजियन समुद्रातील बेटांवर युरोपमधील संस्कृती सर्वप्रथम विकसित झाली.

क्रीट हे या परिसरातील सर्वात मोठे बेट आहे. त्याचे क्षेत्रफळ सुमारे ३,१८९ चौरस मैल आहे. इसवी सनापूर्वी सुमारे ३,००० वर्षांपूर्वी क्रीटमधे धातूंच्या वापरास सुरुवात झाली आणि एका महत्त्वाच्या संस्कृतीचा उदय झाला.

यापूर्वीही अस्तित्वात असणाऱ्या आजूबाजूच्या काही प्राचीन संस्कृतींकडूनही त्यांनी काही गोष्टी आत्मसात केल्या असणार. क्रीटच्या आग्नेयेला सुमारे ४०० मैलांवर असणारा इजिप्त हा असाच एक देश होता. आता ज्यांना आपण लेबॅनन, सीरिया आणि इराक म्हणतो ते देशही क्रीटच्या पूर्वेला सुमारे ६०० मैलांवर होते.

जुन्या संस्कृती मोठ्या खंडांवर म्हणजे जमिनीच्या मोठ्या भागांवर होत्या. क्रीट ही बेटावर असणारी पहिलीच संस्कृती होती. त्यांना अर्थातच समुद्रात अधिक स्वारस्य होते आणि त्यांनी पहिले नौदल सज्ज केले होते. क्रीटची जहाजे त्यांचे परकी हल्ल्यांपासून संरक्षण करत आणि तेथील लोक शांतता व समाधानात राहात असत. त्यांनी नळांची सोय असणारे मोठमोठे महाल बांधले, कलात्मक वस्तूंची निर्मिती केली. ते अनेक प्रकारचे मैदानी खेळ खेळत असत.

क्रीटच्या जहाजांमधून आजूबाजूच्या देशांशी व्यापारही होत असे. व्यापाराबरोबरच क्रीटच्या संस्कृतीचा आणि त्यांच्या राहणीचाही आजूबाजूच्या बेटांवरील व युरोपमधील, आता आपण ग्रीस म्हणून ओळखतो त्या देशातील, लोकांना परिचय झाला.

क्रीटच्या सुमारे १०० मैल उत्तरेला सिक्लडीज नावाच्या

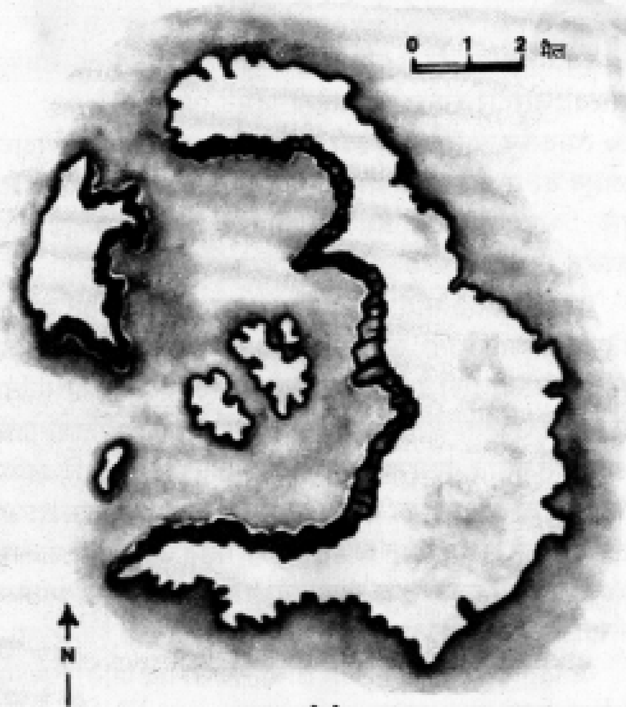
बेटांचा समूह आहे. या समूहातील प्रमुख बेटे वर्तुळाकार पसरली असल्याने 'वर्तुळ' या अर्थाच्या ग्रीक शब्दावरून त्यांना हे नाव मिळाले. क्रीटची संस्कृती या सिक्लडीज बेटांपर्यंत पोचली आणि या छोट्या बेटांवरील लोकांचीही भरभराट झाली.

सिक्लडीज समूहातील सर्वात दक्षिणेकडील बेटाला प्राचीन ग्रीक लोक 'थेरा' या नावाने ओळखत असत. मध्ययुगात एजियन समुद्रात इटलीचे नियंत्रण होते आणि ते या बेटाला सँतोरिनी म्हणत असत. अजूनही कधीतरी हे नाव वापरले जाते.

एजियन समुद्र

थेरा क्रीटच्या उत्तरेला केवळ ६५ मैलांवर आहे. क्रीटची अनेक जहाजे थेराला येत असत. इसवी सनापूर्वी २,००० सालापासून थेरा एक श्रीमंत व सुसंस्कृत बेट बनले आणि सुमारे ५०० वर्षांपर्यंत त्याची ख्याती अबाधित राहिली.

आता जर थेराच्या नकाशाकडे पाहिले, तर त्याचा आकार अर्धवर्तुळाकृती असून पश्चिमेच्या दिशेला वर्तुळाचा मोकळा भाग आहे, असे तुमच्या लक्षात येईल. याचे क्षेत्रफळ केवळ ३० चौरस मैल इतकेच आहे.



आजचे थेरा

अर्धवर्तुळाच्या वरच्या व खालच्या टोकांना दोन छोटीशी बेटे आहेत. ते पाहिल्यावर असे वाटते, की पूर्वी हे पूर्ण वर्तुळ असावे; पण काहीतरी कारणाने पश्चिमेच्या बाजूने समुद्र आत घुसला असावा आणि वर्तुळाचा तो भाग तुटला असावा. या तुटलेल्या भागात दोन छोटीशी बेटे आहेत आणि जणू काही त्यांच्यात आग पेटलेली असावी अशा तऱ्हेने त्यातून धूर येत असतो.

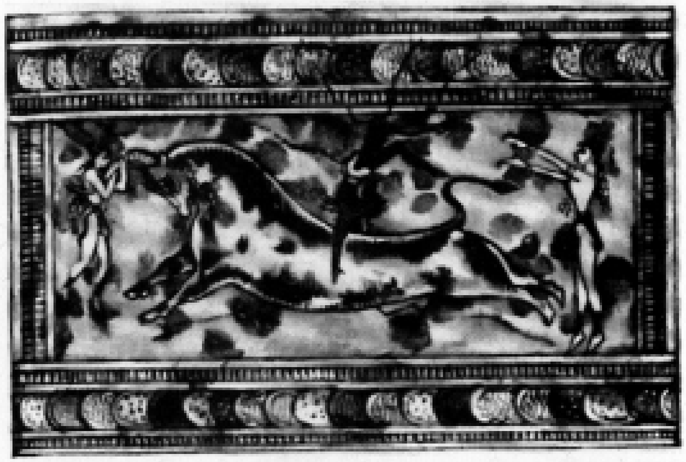
१९६६ च्या सुरुवातीला शास्त्रज्ञांनी थेरामधील काही ठिकाणी काळजीपूर्वक उत्खनन केले असता त्यांना क्रीटच्या काळातील एका अत्यंत भरभराटीत असलेल्या प्राचीन शहराचे अवशेष सापडले. त्यांना मातीच्या सुंदर भांड्यांचे अवशेष व भित्तिचित्रेही मिळाली.

त्याचबरोबर त्यांना इसवी सनापूर्वी सुमारे १,५०० वर्षांपूर्वी झालेल्या जोरदार स्फोटाचे पुरावेही दिसून आले.

त्यावरून, वास्तविक त्या काळी थेरा हा एजियन समुद्राच्या तळातून वर आलेला एक मोठाच पर्वत होता, असे त्यांच्या लक्षात आले. समुद्राच्या वर असलेला भाग संपूर्ण वर्तुळाकार होता, म्हणजेच ते बेट पूर्णपणे वर्तुळाकार होते.

परंतु तो काही साधासुधा पर्वत नव्हता. त्याच्या आत खोलवर अतिशय उष्णता होती. ती काही वेळा वर ढकलली जात असे तर काही वेळा आणखी खोलवर जात असे. अशा तऱ्हेच्या पर्वतात काही वेळा उष्णता अत्यंत प्रखर झाल्यास पर्वताच्या अंतर्भागातील खडक वितळतात. जसजशी ही वितळण्याची क्रिया अधिकाधिक होते, तसा तो वितळलेला खडक पृष्ठभागाच्या जवळ येऊ लागतो. अखेर उष्णतेने त्या पर्वतात कोठेतरी भोक पडते आणि त्या भोकातून लालबुंद असा वितळलेल्या खडकाचा रस बाहेर येऊन पर्वताच्या उतारावरून वाहू लागतो.

या वितळलेल्या खडकाला 'लाव्हा' असे नाव आहे. 'धुणे' या अर्थाच्या इटालियन शब्दावरून हा शब्द बनला आहे. सुरुवातीला



क्रीटमधील एक भित्ती चित्र

इटलीतील नेपल्स या शहरातील लोक पावसाच्या वर्षावासाठी हा शब्द वापरत असत, कारण त्या पावसाने शहरातील रस्ते स्वच्छ धुतले जात असत. वितळलेल्या खडकाच्या रसाच्या प्रवाहाने पर्वतावरील गवत व झाडे साफ होत असत, म्हणून तेच नाव यालाही देण्यात आले.

अर्थातच अशा प्रकारचा लाव्हा रसाचा प्रवाह अतिशय धोकादायक होता. डोंगराच्या उतारावर जर घरे आणि शहरे असतील तर ती नष्ट होऊन लोकही मृत्युमुखी पडू शकत.

काही वेळा केवळ लाव्हा रसाचा प्रवाह येण्याहून अधिकही काही घडू शकले. पाणी जर पर्वताच्या आत झिरपत असेल, तर वाढत्या उष्णतेने ते उकळू लागेल. त्या वाफेने अधिकाधिक दाब तयार होऊन, अखेर त्या पर्वताचा एखादा मोठा भाग स्फोटाबरोबर खूप जोराने बाहेर फेकला जाऊ शकतो.

यालाच आपण ज्वालामुखीचा उद्रेक असे म्हणतो. प्रचंड

आकाराचे खडक जोरात हवेत फेकले जातात. राख व वायूचे प्रचंड ढगही यातून बाहेर पडतात. आगीचे लोळ वर येतात आणि प्रचंड प्रमाणावर लाव्हा वाहू लागतो.

अशा प्रकारचे काही पर्वत कायमच गरम होत असतात व त्यातून धूर निघत असतो. मधूनच कधीतरी त्यांची परिस्थिती बिघडते आणि लाव्हा वाहू लागतो. असे पर्वत सहसा अति धोकादायक नसतात. त्यांच्यातून मधूनमधून लाव्हा बाहेर पडत असल्यास त्यांचा स्फोट होण्याची शक्यता कमी असते. तसेच त्याच्या जवळ जाणे सुरक्षित नाही हे लोकांनाही माहीत असते आणि ते त्याच्यापासून दूर व सुरक्षित अंतरावर राहतात.

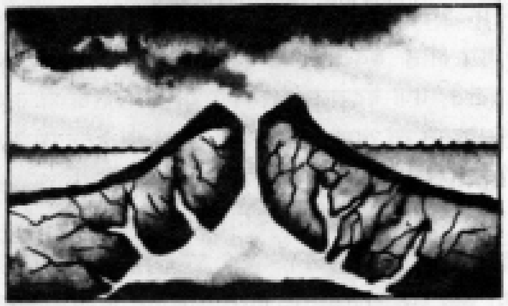
याउलट, या प्रकारचे काही पर्वत शतकानुशतके शांत असतात. यातून कधी काळी लाव्हा येत असे हेही लोक विसरून जातात आणि इतर पर्वतांसारखाच हा एक साधा पर्वत आहे अशी लोकांची त्याच्याविषयी भावना होते. यातून एके काळी बाहेर आलेल्या लाव्हा रसामुळे येथील जमीन सुपीक होते आणि उतारांवर झाडे वाढून तो पर्वत सुंदर हिरवागार होतो. पिकेही चांगली येतात. म्हणून पायथ्याशी लोक शेती करू लागतात, घरे बांधतात आणि लवकरच वस्ती वाढून शहरे वसतात.

मग कधीतरी तो पर्वत परत गरम होऊ लागतो. जर त्याच्यात खोलवर वाफ बनू लागली, तर ती अनेक शतकांपूर्वी बनलेल्या व आता थंड झालेल्या खडकांच्या वजनाखाली थोपवून धरली जाते. तो दाब वाढत जातो, वाढतच जातो, वाढतच जातो ....

जर हा पर्वत इतका शांत नसता आणि त्याच्यावर थंड झालेल्या लाव्हा रसाच्या खडकांचे इतके जाड कवच बनले नसते, तर जितका दाब जमला असता त्याहून कितीतरी अधिक दाब आता यात तयार होतो. अखेर त्याचा एक प्रचंड उद्रेक होतो.

इसवी सनापूर्वी १,५०० साली थेरावरील पर्वताचा असाच

१. लाव्हाचा उद्रेक



२. लाव्हा शांत झाल्यावर पावसाचे पाणी आत शिरपते
व त्यांचा स्फोट होतो.

३. बेट कोसळते

स्फोट झाला. त्याचा उद्रेक होऊन त्याच्या ठिकऱ्या, खडक, धूळ आणि राख यांचा एक प्रचंड ढग आसमंतात पसरला. हा पर्वत जिथे होता तिथे एक प्रचंड खंदक उरला आणि पूर्णपणे वर्तुळाकृती बेट असण्याऐवजी हे एक तुटके कडे उरले.

या बेटावरील सर्व जण नक्कीच मरण पावले असणार. क्रीटच्या पूर्वेला धूळ आणि राखेचा पाऊस पडला.

समुद्राचा तळ हादरला आणि त्यामुळे एक मोठीच लाट निर्माण झाली. काही लोक हिला 'टायडल' लाट किंवा 'भरतीची लाट' असे म्हणतात; पण या लाटेचा भरती-ओहोटीशी काहीच संबंध नाही. या लाटेचे जपानीमधील नाव आहे 'त्सुनामी' आणि त्याचा अर्थ आहे 'बंदरातील लाट'. ही लाट भर समुद्रात असताना उथळ वाटते, पण बंदरात शिरताना या लाटेचे पाणी अरुंद जागेत ढकलले जाऊन ती खूपच उंच होते. जेव्हा ती किनाऱ्यावर आदळते तेव्हा तिची उंची ५० फूट किंवा त्याहूनही अधिक असू शकते आणि यात हजारो लोक बुडू शकतात.

क्रीट व ग्रीसच्या किनाऱ्याला या त्सुनामीचा तडाखा बसला. नूसस या क्रीटच्या राजधानीचे मोठे नुकसान झाले व संपूर्ण बेटावर मोठीच आपत्ती कोसळली.

क्रीटच्या जनतेने आयुष्य पूर्वपदावर आणण्याचा बराच प्रयत्न केला, परंतु ते यातून सावरू शकले नाहीत. ५० वर्षांनंतर, इसवी सनापूर्वी सुमारे १४५० साली ग्रीसमधून आलेल्या हल्लेखोरांनी या बेटावर ताबा मिळवला, तेथील शहरांना आगी लावल्या आणि संस्कृतीचा नायनाट केला. थेराच्या पर्वताचा जर स्फोट झाला नसता तर कदाचित हे शक्य झाले नसते.

नंतरच्या ग्रीक लोकांना या प्रचंड स्फोटाची पुसटशी आठवण होती. पृथ्वीवर एक महापूर आला होता व त्यातून फक्त एकच जोडपे वाचले, अशी त्यांच्याकडे एक आख्यायिका आहे. एके

प्लेटो

काळी ग्रीसला आलेल्या त्सुनामीची ही कहाणी असू शकेल.

इसवी सनापूर्वी सुमारे ३७० साली प्लेटो (इ.स.पूर्व ४२७-३४७) या ग्रीक तत्त्ववेत्त्याने, भूकंपाने एक सुंदर शहर रातोरात नष्ट होऊन समुद्रात बुडाले, त्याविषयी लिहून ठेवले आहे. ते स्पेनपलीकडील समुद्रात खूप दूर पश्चिमेला होते, त्याचे नाव त्याने 'अॅटलांटिस' असे म्हटले आहे कारण ते अॅटलांटिक महासागरात होते.

जवळ जवळ दोन हजार वर्षांपर्यंत, या कहाणीत काही तथ्य असेल का, याचा लोक विचार करत होते. खूप लोकांचा असा दृढ विश्वास होता, की अॅटलांटिक महासागराच्या तळाशी एक महान संस्कृती असणारे खंड बुडालेले आहे.

काही काळापूर्वीच्या, पुसटशी आठवण असणाऱ्या घटनेसंबंधी प्लेटोने लिहिले असेल. कदाचित ही कथा थेरा या सांस्कृतिकदृष्ट्या पुढारलेल्या व स्फोटात बुडून सागरात नष्ट झालेल्या बेटावरूनही सुचलेली असेल.

२ ज्वालामुखीसंबंधीचे प्राचीन विचार

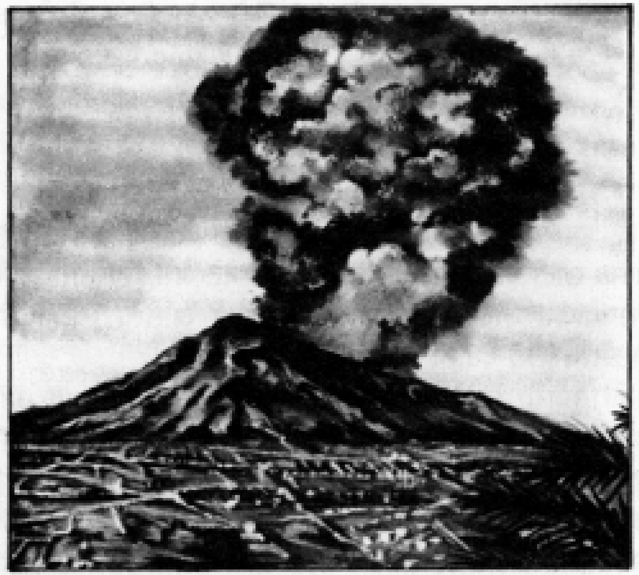
धूर व लाव्हा येणारा थेरा हा काही एकच पर्वत नाही.

भूमध्य समुद्रातील सिसिली या मोठ्या बेटाच्या थोडे उत्तरेला अनेक छोटी बेटे आहेत. त्यांना लिपारी बेटे असे म्हणतात आणि थेराप्रमाणेच तीदेखील समुद्राच्या तळातून आलेला लाव्हा थंड होऊन बनलेले पर्वतच आहेत.

लिपारी बेटांपैकी सर्वात दक्षिणेकडील बेटाचे नाव आहे 'व्हुल्कॅनो' आणि त्यावरील पर्वतावरून नेहमीच उजेड व धूर येत असतो. अशा तऱ्हेच्या इतर पर्वतांप्रमाणेच याच्या शिखराजवळ वाटीच्या आकाराचा खळगा आहे. अशा खळग्याला 'ज्वालामुखीचे मुख' (क्रेटर) असे म्हणतात. काही वेळा ज्वालामुखीच्या मुखात लाव्हा उफाळून वर येतो आणि कडांवरून पर्वताच्या उतारावरून वाहू लागतो. १८९० साली व्हुल्कॅनो पर्वतावरून अशा प्रकारचा शेवटचा उद्रेक झाला होता.

प्राचीन काळातील रोमच्या लोकांपासून इटलीतील सर्वच लोकांना या विशिष्ट बेटाचे फारच आकर्षण होते. अनेक संस्कृतींमधे सुरुवातीच्या काळातील कहाण्यांमधून अग्निदेवतेला फार महत्त्वाचे स्थान होते. प्राचीन इटलीतील लोक या देवतेला 'व्हुल्कन' नावाने संबोधत असत. या बेटावरील आग ओकणाऱ्या पर्वतामुळे अग्निदेवतेला हे नाव देण्यात आले की या देवतेच्या नावापासून या बेटाला ते नाव मिळाले, हे कोणालाच माहीत नाही.

नंतरच्या काळातील रोमन लोकांनी ठरवले, की व्हुल्कन व ग्रीक देव हफेस्टस हे एकच आहेत. तो लोहाराच्या भट्टीचा देव असून गरम धातूपासून वस्तू बनवतो. हफेस्टस किंवा व्हुल्कन यांचे



लिपारी बेटावरील स्ट्रॉम्बोली ज्वालामुखी

गरम भट्टीवर काम करतानाचे चित्र नेहमी दिसते; व तो सोने, चांदी, तांबे, ब्रॉन्झ व लोखंड या धातूंपासून सुंदर दागिने व उपकरणे बनवत असे.

देवाची भट्टी एखाद्या गरम व धूर येणाऱ्या डोंगराच्या आत, कदाचित व्हुल्कन बेटावरील डोंगरात असावी, अशी कल्पना करणे हे अगदी स्वाभाविकच वाटते. व्हुल्कनच्या भट्टीतूनच ही आग व धूर बाहेर येत असावा, अशीच त्या काळी कल्पना होती. जेव्हा व्हुल्कनच्या भट्टीत खूप काम चालू असेल किंवा व्हुल्कन कामात फारच दंग झाला असेल, त्या वेळी भट्टीतील आग आटोक्याबाहेर जात असेल, खडक वितळत असतील आणि लाव्हा बाहेर पडत असेल.

या प्रकारच्या सर्वच पर्वतांना पुढे व्हुल्कन हे नाव सर्रास दिले जाऊ लागले. आजदेखील आपण त्यांना इंग्रजीत 'व्होल्कॅनो' - म्हणजे मराठीत 'ज्वालामुखी'- असेच म्हणतो.

मनुष्यापेक्षा अधिक शक्तिशाली असे प्राणी ज्वालामुखीच्या आत राहात असतील, अशी प्राचीन लोकांची कल्पना असल्यास त्याचे आश्चर्य वाटण्याचे काहीच कारण नाही. ज्वालामुखीच्या स्फोटासोबत भूकंप, लाव्हाचे उद्रेक अशा गोष्टी नेहमीच घडत असत आणि तो दैवी शक्तीचा प्रभाव असावा, असेच त्यांना वाटे.

इस्राईलमधील प्राचीन लोकांनाही ज्वालामुखींचे भय वाटत असे. इस्राईलमधील लोकांनी इजिप्त सोडल्यावर ते सिनाई पर्वतावर आले; आणि मोझेसने ईश्वराकडून नियम कसे मिळवले याचे वर्णन बायबलमध्ये करण्यात आले आहे. बायबलमध्ये लिहिले आहे, 'तिसऱ्या दिवशी सकाळी... विजा चमकून गडगडाट झाला व पर्वतावर एक मोठा ढग आला... सिनाई पर्वत धुरात बुडाला.... संपूर्ण पर्वत जोराने हादरला.'

बायबलमधील वर्णनावरून सिनाई पर्वत नेमका कुठे होता हे आपण सांगू शकत नाही; परंतु कदाचित तो एखादा ज्वालामुखी पर्वत असेल, आणि प्राचीन इस्राईलमधील लोकांना हे परमेश्वराचे वसतिस्थान आहे असे वाटत असेल.

ज्वालामुखीशी संबंधित सर्वच देवता दयाळू आणि निर्मितीशी संबंधित महत्त्वाच्या देवताच होत्या असे नाही. काही वेळा ते भयावह व क्रूर दैत्यही असत.

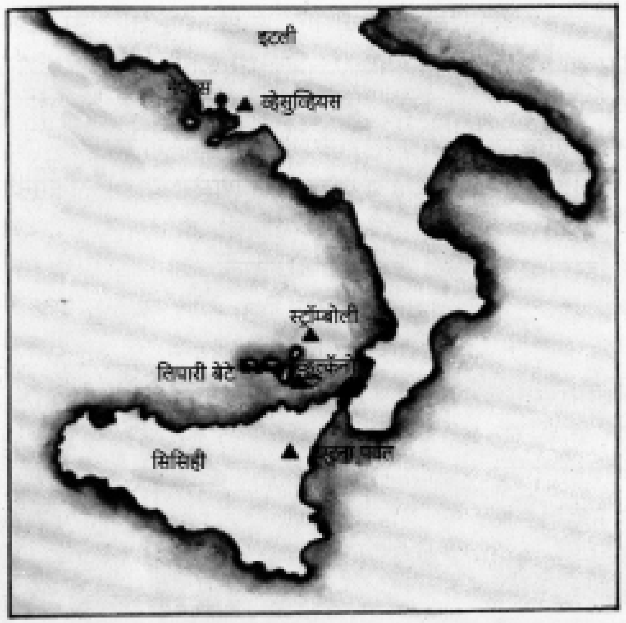
ईशान्य सिसिलीमधील एटना पर्वत हा प्राचीन ग्रीक लोकांना माहीत असलेला सर्वात उंच, जागृत ज्वालामुखी होता. तो व्हुल्कॅन पर्वताच्या सुमारे ४५ मैल दक्षिणेला असून त्याची उंची सुमारे २ मैलांहून थोडी अधिक आहे. प्राचीन ग्रीसच्या काळापासून आतापर्यंत एटनाचा १४० वेळा उद्रेक झाला असून, अखेरचा उद्रेक १९७१ साली झाला होता.

एटना पर्वतावरील हालचालींचे स्पष्टीकरण करताना काही प्राचीन लोकांनी, झियुस आणि इतर देवांशी काही राक्षसांनी लढाया केल्याच्या कहाण्या रचल्या. एन्सेलेडस हा एक अतिशय भयानक व अक्राळविक्राळ दैत्य होता. ॲथीना नावाच्या देवतेने एक प्रचंड शिळा त्याच्यावर टाकून त्याला मारले. त्या शिळेखालीच तो जमिनीत गाडला गेला आणि त्याचबरोबर सिसिली बेटही सपाट झाले. एन्सेलेडस या बेटाच्या प्रचंड वजनाखाली कायमचाच अडकून पडला आणि तो ज्या ठिकाणी गाडला गेला नेमक्या त्याच ठिकाणी एटना पर्वत उभा आहे. परंतु तो अमर असल्याने जिवंतच राहिला आणि त्याच्या कण्हण्याचा आवाज पर्वतातून ऐकू येत असे. त्याने रागाने काही हालचाल करून सुटका करून घेण्याचा प्रयत्न केला की लाव्हा वाहू लागे आणि भूकंपाने जमीन हादरे.

प्राचीन ग्रीक लोकांमधील शास्त्रीयदृष्ट्या विचार करणाऱ्यांचा, ज्वालामुखीखाली देवता किंवा राक्षस असतील यावर विश्वास नव्हता. त्यांनी याहून अधिक शास्त्रीय कारणे शोधण्याचा प्रयत्न केला.

ॲरिस्टॉटल (इ. स. पूर्व ३८४-३२२) या विचारवंताचे असे मत होते, की पृथ्वीच्या कवचाखाली मोठ्या प्रमाणावर हवा अडकली असणार. ही हवा गरम असणार व खोलवरून बाहेर पडण्याचा प्रयत्न करत असणार. काही वेळा ही हवा एका भागातून दुसऱ्या भागात प्रवेश करत असेल व त्यामुळे होणारी थरथर आपल्याला भूकंपाच्या स्वरूपात जाणवत असेल आणि त्या उष्णतेमुळे ज्वालामुखीतून लाव्हा वाहत असेल.

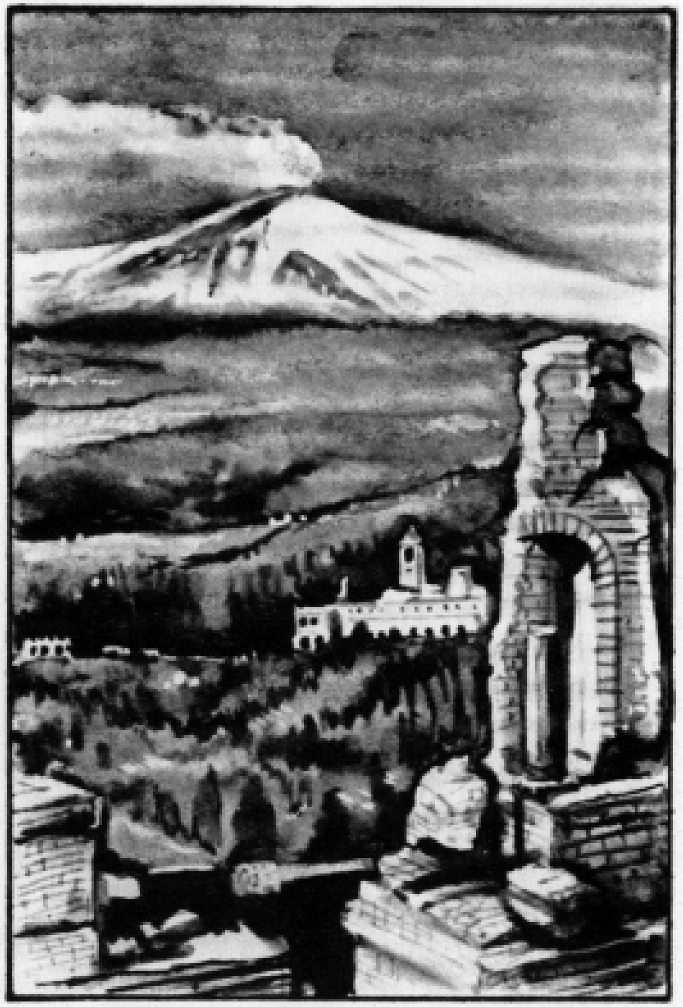
स्ट्रॅबो (इ. स. पूर्व ६३ - इ. स. १९) या ग्रीक भूगोलकाराचे मतही ॲरिस्टॉटलप्रमाणेच होते. ज्वालामुखी म्हणजे अतिशय गरम झालेली हवा बाहेर पडावी यासाठी योजलेला मार्ग असून त्यामुळे जमिनीखालील हवा परत शांत होत असेल. जर असा मार्ग नसेल,



तर अस्वस्थ हवेमुळे पृथ्वीचे अस्तित्वच धोक्यात येईल, असे त्याचे मत होते.

पृथ्वीच्या कवचाखाली गरम हवा जमली होती किंवा नाही याबाबत शंका घेता आली असती; परंतु पृथ्वीच्या कवचाखाली प्रचंड उष्णता असावी याबाबत अविश्वास असण्याचे काहीच कारण नव्हते. उष्णता नसेल तर ज्वालामुखींचे काहीच स्पष्टीकरण देता आले नसते.

ज्वालामुखींकडे पाहूनच, पृथ्वीच्या कवचाखाली अतिशय उष्णता असली पाहिजे, अशी लोकांची खात्री पटली. पृथ्वीच्या पृष्ठभागाखाली अग्नीचे अधिपत्य असणार व ज्या कोणी देवांविरुद्ध बंड केले असणार त्यांना तेथे शिक्षा केली जात असणार, अशीच लोकांची भावना होती.



एटना पर्वत

दूरवर पश्चिमेला अॅटलांटिक महासागराजवळ हेडीस नावाच्या अंधाऱ्या राज्यात मृतात्मे राहतात, असा प्राचीन ग्रीक लोकांचा विश्वास होता. तिथे ते हलाखीतच राहात; परंतु त्यांना शिक्षा भोगावी लागत नसे. पण जमिनीखाली खूप खोलवर टार्टरस नावाची जागा होती; तिथे मात्र पापी जीवांना अनेक प्रकारची शिक्षा कायम भोगावी लागत असे.

ग्रीक हेडीसप्रमाणेच मृतांचे आत्मे जमिनीखाली शिओल नावाच्या प्रदेशात राहतात, असा प्राचीन इस्राईलमधील लोकांचा विश्वास होता. कालांतराने ज्यू लोकांचा ग्रीक तत्त्वज्ञानाशी अधिक परिचय झाला तसे शिओल अधिकाधिक टार्टरसप्रमाणे, म्हणजेच ज्याला आपण आता नरक म्हणतो, तसे झाले.

बायबलमधील नव्या कराराच्या काळापर्यंत नरक म्हणजे एखाद्या प्रचंड ज्वालामुखीच्या आत असावी तशीच परिस्थिती असणार, अशी कल्पना स्थिरावली.

ज्वालामुखीतून लाव्हाच्या नद्या वाहतात, उष्णतेमुळे त्या प्रकाशित होतात म्हणून सर्वत्र आग पसरली असावी असेच दिसते. त्याचबरोबर खोलवरच्या सामग्रीतून तयार होणाऱ्या वायूंचे मोठाले ढगही ज्वालामुखीतून बाहेर पडतात. वाफ व कर्बद्विप्राणील वायू (कार्बन डायॉक्साइड) देखील मोठ्या प्रमाणावर बाहेर पडतो, पण त्याला वास नसल्याने तो सहज लक्षात येत नाही. जमिनीखाली गंधक असते आणि प्राणवायूच्या संयोगाने त्याचे ज्वलन होऊन सल्फर डायॉक्साइड हा वायू तयार होतो व त्याला खूप उग्र व गुदमरून टाकणारा वास असतो.

याच कारणाने ज्वालामुखी व गंधकाचा संबंध नेहमी जोडला जातो. सोडोम आणि गोमोरा या दोन दुष्ट शहरांच्या विनाशाचे बायबलमध्ये वर्णन करण्यात आले आहे : 'देवाने गंधक आणि अग्नीचा सोडोम आणि गोमोरा या शहरांवर वर्षाव केला.'

सोडोम आणि गोमोरा या दोन शहरांच्या विनाशाची कहाणी म्हणजे ज्वालामुखीच्या उद्रेकाने नष्ट झालेल्या शहरांची पुसटशी आठवण असू शकेल.

नरकाचे चित्र हे ज्वालामुखी पर्वताच्या आतील बाजूसारखे रंगवले जाते, त्यावरूनच नरक म्हणजे 'आग आणि गंधक' (फायर अँड ब्रिमस्टोन) असे म्हणण्याची पद्धत रूढ झाली असावी. म्हणूनच प्रवचनकार, लोकांना पापे करण्यापासून परावृत्त करण्यासाठी नरकाचे यातनामय चित्रण करून त्यांना नरकाचे भय दाखवतात.

या सर्वांचा संबंध ज्वालामुखीशी जोडता येतो.

३ | ज्वालामुखीचे प्रचंड उद्रेक

ज्वालामुखी किती धोकादायक असतात हे प्राचीन ग्रीक व रोमन लोकांना समजलेच नाही. एटना व व्हुल्कन आणि अशाच इतर काही पर्वतांतून नेहमीच धूर व प्रकाश येत असे म्हणून त्यांच्याकडे नेहमी लक्ष ठेवावे लागे, हे त्यांना माहीत होते. परंतु एरवी अगदी निरुपद्रवी दिसणाऱ्या एखाद्या पर्वताचा अचानक स्फोट होऊन त्यामुळे लहानशा कालावधीत अनेक शहरे पूर्णपणे नष्ट होऊ शकतील, हे त्यांच्या लक्षात आले नव्हते.

अर्थात, थेराचे उदाहरण होते, परंतु अ‍ॅटलांटिसच्या कहाणीशिवाय त्यासंबंधी इतर सर्व विस्मरणातच गेले होते आणि कहाणीदेखील भूकंपाची होती, ज्वालामुखीची नव्हती.

रोमन साम्राज्याच्या सुरुवातीच्या काळात ज्वालामुखीच्या उद्रेकाने काय काय होऊ शकते याचे एक नवेच भयानक उदाहरण दिसून आले.

दक्षिण इटलीतील नेपल्स या महत्त्वाच्या शहराच्या सुमारे १५ मैल पूर्वेला व्हेसुव्हियस नावाचा एक पर्वत आहे. तो एका मैलाहूनही कमी उंचीचा आहे आणि प्राचीन रोमन काळात तो एक साधासुधा पर्वतच मानला जात होता.

व्हेसुव्हियसमधून पूर्वी कधी धूर किंवा राख बाहेर आल्याचे लिहून ठेवले असल्याचे रोमन लोकांना माहीत नव्हते. त्याच्या आजूबाजूची जमीन सुपीक होती आणि तिथे बरीच शेते होती. या पर्वताच्या दक्षिणेकडील उतारावर पॉम्पे आणि हर्क्युलेनियम नावाची दोन शहरे होती.

इसवी सनापूर्वी ५०० वर्षांपासून पॉम्पे हे शहर अस्तित्वात

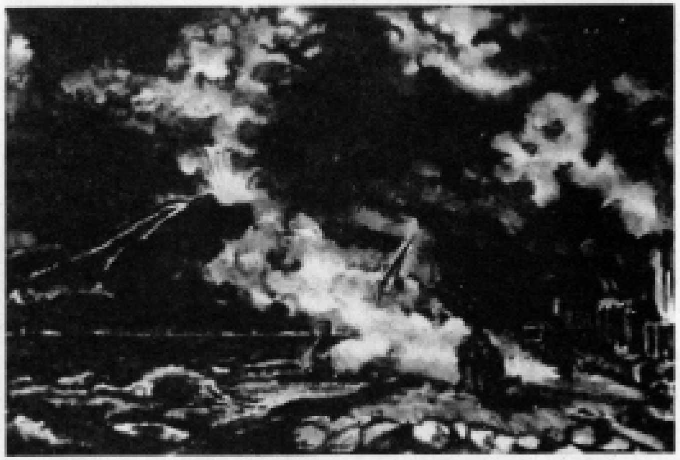
होते आणि सुमारे ६०० वर्षांपर्यंत याची चांगली भरभराट झाली. सुरुवातीच्या रोमन सम्राटांच्या काळात अनेक श्रीमंत लोकांनी या ठिकाणी आपले महाल बांधले होते.

व्हेसुव्हियसजवळ कधी कधी भूकंप होत असत; पण तसे ते भूमध्य समुद्राच्या आसपास सर्वत्रच होत असत. इ. स. ६३ साली निरो या सम्राटाच्या राजवटीत एक मोठाच भूकंप झाला होता. या वेळी रोमन साम्राज्यातील बहुतेक शहरांना चांगलाच हादरा बसला; पण लोकांनी आवश्यक त्या दुरुस्त्या केल्या आणि सर्वकाही पूर्वीप्रमाणेच चालू होते.

इ. स. ७९ मध्ये आणखी अनेक लहान लहान भूकंप झाले आणि २४ ऑगस्टला व्हेसुव्हियसचा स्फोट झाला. धूर, राख, वाफ व गुदमरून टाकणारा वायू यांनी पर्वत वेढला गेला व पॉम्पे आणि हर्क्युलेनियमच्या दिशेने लाव्हाच्या नद्या वाहू लागल्या. स्फोटाच्या सुरुवातीच्या काळात लोक शहरातच राहिले; कारण धोका त्यांच्या लक्षातच आला नाही. जेव्हा त्यांनी शहर सोडण्याचे ठरवले तोपर्यंत फार उशीर झाला होता. बहुधा २०,००० लोक मृत्यू पावले असावेत.

प्लिनी (इ.स. २३-७९) नावाचा प्रसिद्ध रोमन लेखकही यात मरण पावला. तो जवळच्याच उपसागरातील एका बोटीवर होता. व्हेसुव्हियसमधून धूर येऊन त्याचा उद्रेक होत आहे हे पाहिल्यावर काय घडत आहे ते अधिक नीटपणे पाहण्यासाठी तो किनाऱ्यावर आला. धुराने वेढला जाऊन तो मरण पावला. प्लिनीच्या एका पुतण्याने, 'प्लिनी द यंगर'ने (इ.स. ६२-११३), काय घडले त्याचे वर्णन एका अहवालात लिहून ठेवले.

त्यानंतर व्हेसुव्हियस कधीच पूर्णपणे शांत झाला नाही. एक-दोन शतके तो शांत वाटे; पण नंतर त्याचा उद्रेक होई. इ. स. ७९ च्या मोठ्या स्फोटानंतर १६३१ साली त्याचा एक खूप मोठा स्फोट झाला व त्यात सुमारे ४,००० लोक मृत्युमुखी पडले. तेव्हापासून



व्हेसुव्हियसचा उद्रेक

सुमारे दर दहा वर्षांनी त्याचे स्फोट होतच आहेत.

१७०९ साली पॉम्पेच्या इमारतींचे अवशेष शोधण्यासाठी लोकांनी राख व माती बाजूला करून उत्खनन करायला सुरुवात केली. हर्क्युलेनियम थंड झालेल्या लाव्हाच्या थरांखाली इतके खोलवर गाडले गेले आहे, की तेथे सहज उत्खनन करणे शक्य नाही. रोमन साम्राज्याच्या सुरुवातीच्या काळात लोक कसे राहात असत याबाबत इतिहासतज्ज्ञांना यावरून मोलाची माहिती उपलब्ध झाली. इतर कोणत्याही मार्गाने अशी माहिती मिळणे अशक्यच होते.

पॉम्पेचे अवशेष पाहण्यासाठी जगभरातून प्रवासी येऊ लागले. या उत्खननातून मिळालेले काही अवशेष, १९७९ साली व्हेसुव्हियसच्या स्फोटाच्या १९०० व्या स्मृतिदिनानिमित्त न्यूयॉर्कमध्ये प्रदर्शनात मांडण्यात आले होते.

व्हेसुव्हियस हा युरोप खंडातील एकमेव जागृत ज्वालामुखी आहे, अर्थात, सिसिली बेटावरील एटना हा मोठा व अधिक धोकादायक

पॉम्पेचे भग्नावशेष

आहे. एटनाचेही अनेक वेळा स्फोट होतात. १६६९ सालच्या एका विशेष मोठ्या स्फोटात सुमारे १४ शहरे नष्ट झाली व २०,००० लोक मरण पावले.

काहींच्या मते, एटनाच्या सर्व स्फोटांचा एकत्रित विचार केला तर बहुधा या ज्वालामुखीने सुमारे दहा लाख लोकांचा बळी घेतला असावा. एटना हा ज्वालामुखी म्हणूनच माहीत आहे, त्यामुळे

धोका आहे या दृष्टीनेच त्याच्यावर लक्ष ठेवले जाते. याउलट, व्हेसुव्हियसने सर्वांना आश्चर्याचा धक्का दिला. या आश्चर्यकारकरीत्या मिळालेल्या नाट्यमय धक्क्यामुळेच पॉम्पे व हर्क्युलेनियमचा व्हेसुव्हियसने केलेला विध्वंस, ज्वालामुखीच्या संदर्भातील प्राचीन काळातील सर्वात प्रसिद्ध घटना मानली जाते.

जसजशी शतके गेली तसतसे, त्यांच्या खंडाबाहेरही धोकादायक

ज्वालामुखी आहेत, असे युरोपातील लोकांच्या लक्षात आले.

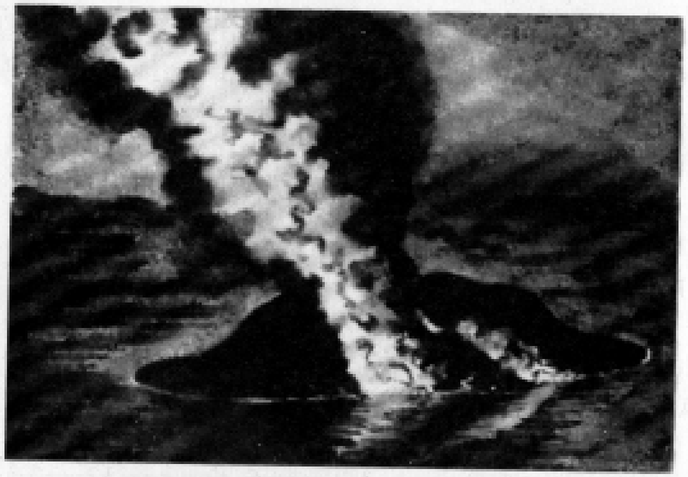
उदाहरणार्थ, आइसलंड घ्या. तो स्कॉटलंडच्या वायव्येला ५०० मैलांवर आहे. तो खूपच उत्तरेला असलेला थंड प्रदेश असून त्याचा बराचसा भाग बर्फाच्छादित आहे. असे असूनही त्यात अनेक ज्वालामुखी आहेत, कारण तेथील पृष्ठभागाखाली बरीच उष्णता असावी असे दिसते.

दक्षिण मध्य आइसलंडमध्ये लाकी नावाचा एक ज्वालामुखी आहे. १७८३ साली त्याचा उद्रेक होण्यास सुरुवात झाली. दोन वर्षे त्याच्या मुखातून लाव्हा बाहेर येत होता- कधी जलद तर कधी संथ गतीने- त्याने २२० चौरस मैलांचा परिसर व्यापला.

प्रत्यक्षात लाव्हामुळे फारसे नुकसान झाले नाही, कारण त्या भागात फारशी लोकवस्ती नव्हती. तथापि, लाकीमधून राख आणि सल्फर डायॉक्साइड वायूचे ढग बाहेर येतच राहिले. राख खूपच मोठ्या परिसरात पसरली. बहुतेक सर्व बेट तर तिने व्यापलेच, पण ती स्कॉटलंड पर्यंतदेखील पोचली.

या राखेने आकाश इतके अंधारले, की सूर्यप्रकाश न मिळाल्याने शेते मरून गेली. सल्फर डायॉक्साइड वायूमुळे तीन-चतुर्थांश पाळीव जनावरे मरण पावली. शेतीचे नुकसान आणि पाळीव जनावरांचा मृत्यू यामुळे या देशातील एकूण लोकसंख्येपैकी सुमारे एक-पंचमांश म्हणजे दहा हजार लोक उपासमारीने व रोगराईने मृत्युमुखी पडले.

आग्नेय आशियातील इंडोनेशिया या मोठ्या बेटांच्या समूहात याहूनही अधिक मोठे ज्वालामुखीचे उद्रेक झाले. जावा या मोठ्या बेटाच्या पूर्वेकडील सुंबावा या लहान बेटावर तंबोरा नावाचा पर्वत आहे. १३ हजार फूट उंचीच्या या ज्वालामुखीचा ७ एप्रिल १८१५ रोजी उद्रेक झाला. थेरानंतरचा हा पृथ्वीवरील सर्वात मोठा स्फोट होय.



आइसलंडमधील ज्वालामुखी

या पर्वताच्या शिखरावरील चार हजार फुटांचा भाग स्फोटात उडून त्याच्या ठिकऱ्या झाल्या आणि सुमारे ३६ घनमैल खडक व धूळ हवेत फेकले गेले. खडक व धुळीच्या या वर्षावाने १२,००० लोक मारले गेले. शेती व पाळीव जनावरांच्या नष्ट होण्यामुळे सुंबावा व त्याच्या उत्तरेकडील लोंबोक या बेटांवरील ८०,००० हून अधिक लोक उपासमारीने मरण पावले.

या स्फोटामुळे बाहेर पडलेले खडक व धुरळा हवेत अनेक मैलांवर पोचला व अनेक महिनेपर्यंत हवेत तरंगत राहिला. वातावरणात वरपर्यंत पसरलेल्या धुळीच्या सूक्ष्म कणांमुळे सूर्यप्रकाश परावर्तित होऊन काही थोडासाच जमिनीपर्यंत पोचू शकला. त्यामुळे सुमारे वर्षभर पृथ्वीवरील तापमान नेहमीपेक्षा कमी राहिले.

उदाहरणार्थ, न्यू इंग्लंडमध्ये १८१६ साली खूपच थंडी पडली. त्या वर्षी प्रत्येक महिन्यात, जुलै-ऑगस्ट या उन्हाळ्याच्या महिन्यातदेखील, गोठवून टाकणारी कडाक्याची थंडी होती. त्या

वर्षाला 'उन्हाळा नसलेले वर्ष' असेच म्हणतात. न्यूइंग्लंडमधल्या लोकांना त्या वेळी माहीत नव्हते की पृथ्वीच्या दुसऱ्या टोकाला असणाऱ्या एका ज्वालामुखीचे शिखर स्फोट होऊन उडून गेल्याने एवढा मोठा हाहाकार झाला होता.

त्यानंतर ६८ वर्षांनी इंडोनेशियातील जावा व सुमात्रा यांच्या दरम्यान असणाऱ्या क्रॅकटोआ या छोट्या बेटावर याहूनही मोठा स्फोट झाला.

थेराप्रमाणेच हे बेट म्हणजे एक ज्वालामुखीच होता; परंतु क्रॅकटोआ पर्वत फारसा धोकादायक असेल असे वाटत नव्हते. १६८० साली त्याचा एक लहान स्फोट झाला होता व त्यानंतर दोन शतके काहीच घडले नव्हते.

मग २७ ऑगस्ट १८८३ रोजी सकाळी १० वाजता खोलवरील उष्णता व दाब इतका वाढला, की ज्वालामुखीतील घट्ट झालेला लाव्हा त्याला थोपवू शकला नाही व क्रॅकटोआचा स्फोट झाला.

या स्फोटातून तंबोराच्या स्फोटाइतके खडक व धूळ बाहेर फेकली गेली नाही; परंतु त्यातून जे काही बाहेर पडले ते खूपच अधिक जोराने बाहेर पडले. या स्फोटाचा आवाज विश्वास न बसण्याइतका प्रचंड होता. कोणत्याही दिशेला हजारो मैलांपर्यंत तो ऐकू आला. क्रॅकटोआचा स्फोट जर अमेरिकेतल्या कॅन्सस राज्यात झाला असता, तर संपूर्ण अमेरिकेत सर्वांना तो ऐकू आला असताच, पण कॅनडा व मेक्सिकोतील लोकांना-देखील तो ऐकू आला असता.

ज्वालामुखीतील राख व खडक यांनी ३,००,००० चौरस मैलांचा प्रदेश व्यापून टाकला. या स्फोटामुळे या छोट्या बेटाच्या सभोवतालच्या सागरात जे कंप झाले त्यामुळे निर्माण झालेली त्सुनामी, सुमात्रा व जावा बेटांवर आदळली. त्या लाटांची उंची १२० फूट इतकी महाप्रचंड होती. यामुळे १६३ गावे नष्ट झाली

पेले पर्वताचा उद्रेक

आणि सुमारे ४0,000 लोक मरण पावले.

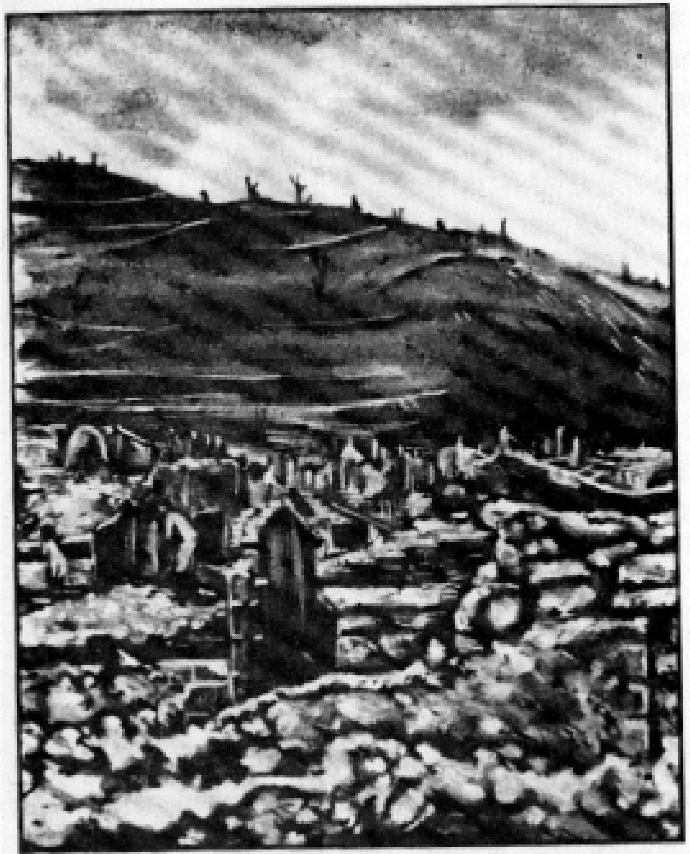
यातून कमी प्रमाणात राख बाहेर उडल्याने पृथ्वीचे तापमान तंबोराच्या ढगाने जसे कमी झाले होते तसे या वेळी झाले नाही; पण ही राख खाली बसण्यास तीन वर्षे लागली. त्यामुळे जगभर तीन वर्षे सर्वत्र सुंदर लालसर रंगाचा सूर्यास्त दिसत असे.

आधुनिक काळातील पश्चिम गोलार्धातील ज्वालामुखीचा सर्वात विध्वंसक स्फोट कॅरिबियन समुद्रातील मार्टिनिक या बेटावर झाला. या बेटाच्या वायव्येकडील टोकाला पेले नावाचा ज्वालामुखी पर्वत आहे. यापूर्वी त्याचा कधी उद्रेक झाला नव्हता; परंतु १९0२ सालच्या एप्रिल महिन्यात त्यातून धूर, राख व ज्वाळा बाहेर येऊ लागल्या. त्याहून अधिक काही घडत नव्हते, म्हणून सॅन पियेर या पेलेच्या पायथ्याशी असलेल्या या बेटाच्या राजधानीत लोक नेहमीप्रमाणेच राहात होते. काही कारणाने लोकांची अशीच कल्पना झाली, की जर पेलेमधून लाव्हा वाहू लागलाच, तरीदेखील पर्वताच्या आकारामुळे तो सॅन पियेरकडे येणार नाही. याच कारणामुळे ग्रामीण भागात राहणारे बरेच लोक सुरक्षिततेसाठी शहरात आले.

७ मे रोजी पेले पर्वताऐवजी सूफ्रियेर नावाच्या ज्वालामुखी पर्वताचा स्फोट झाला. हा ज्वालामुखी मार्टिनिकच्या दक्षिणेला १00 मैलांवर सेंट व्हिन्सेंट नावाच्या बेटावर होता. सूफ्रियेरच्या या स्फोटात सुमारे २,000 लोक मारले गेले.

मार्टिनिक बेटावरील लोकांना यामुळे बराच दिलासा मिळाला. पेले पर्वतात जो दाब निर्माण झाला होता तो आता सूफ्रियेरच्या स्फोटामुळे कमी झाला असणार, अशीच लोकांची भावना होती. आता लवकरच पेले पर्वतही शांत होईल अशा समजुतीने आणखीही बरेच लोक सॅन पियेरला आले.

पेले पर्वताने सर्वांनाच चकवले. ८ मे १९0२ रोजी सकाळी ७ वाजून ५0 मिनिटांनी, म्हणजे सूफ्रियेरच्या स्फोटानंतर २४ तासांच्या

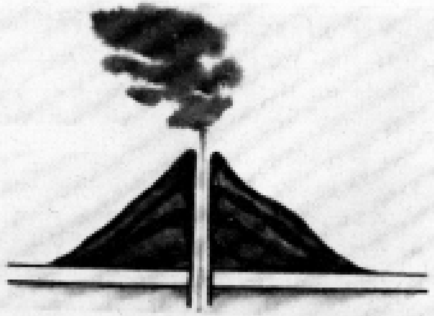


पेलेच्या उद्रेकानंतरचे सॅन पियेर

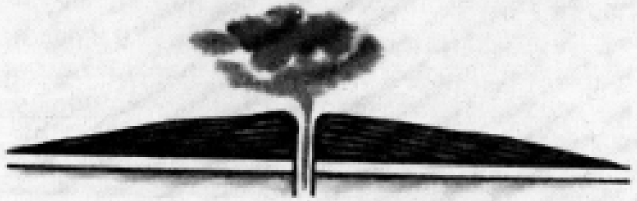
आतच पेले पर्वताचाही स्फोट झाला. पर्वताच्या उतारावरून लाव्हाचे प्रवाह संथ गतीने वाहू लागले.

सॅन पियेरमधील लोक लाव्हात अडकले नाहीत; परंतु या स्फोटामुळे एक अतिशय उष्ण वायू आणि धूर यांचा एक मोठा जाड ढग तयार झाला. हा वायू पर्वताच्या उतारावरून झपाट्याने

दोन प्रकारचे ज्वालामुखी



लाव्हा व दगडमातीच्या थरांचा ज्वालामुखी



लाव्हाच्या थरांनी बनलेला मौना लोआचा ज्वालामुखी

खाली आला व थेट सॅन पियेरमध्ये घुसला. केवळ तीन मिनिटांच्या कालावधीत शहरातील ३८ हजार लोक विषारी वायूने व भाजल्याने मरण पावले.

या शहरातील एकही माणूस वाचला नाही. फक्त जमिनीखालच्या तुरुंगातील एक गुन्हेगार मात्र जेमतेम वाचला. त्याच दिवशी त्याला फाशी होणार होती; पण तो मात्र वाचला आणि इतर सर्व जण मृत्युमुखी पडले.

फक्त अमेरिकेपुरता विचार केला, तर हवाई बेटात व अलास्कात ज्वालामुखी आहेत.

हवाई बेट म्हणजे एक भलामोठा ज्वालामुखी पर्वतच आहे. हा जगातील सर्वात मोठा पर्वत आहे; पण सर्वात उंच मात्र नव्हे. मौना

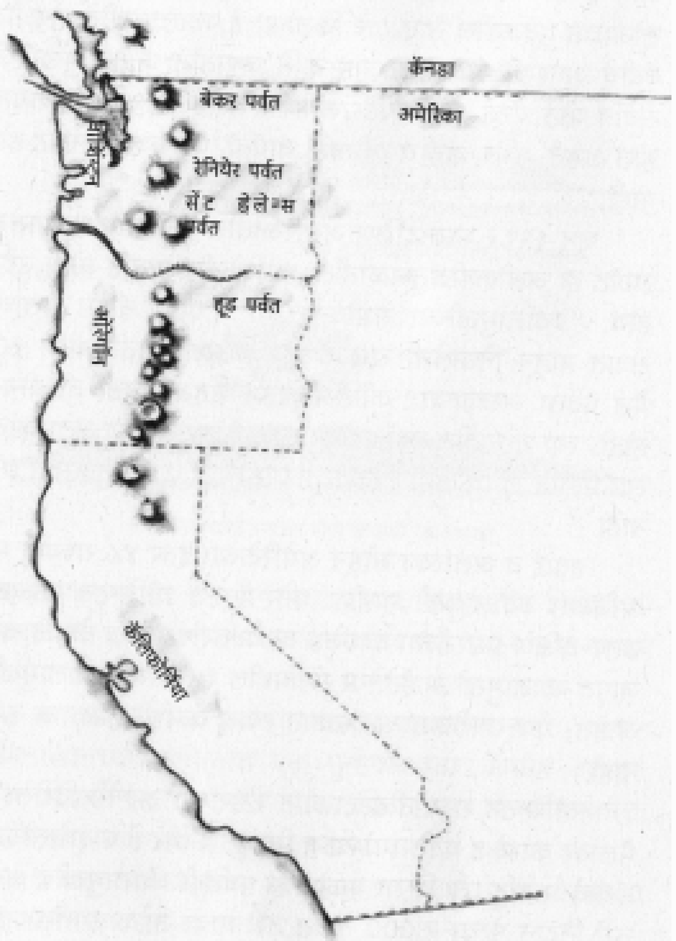
लोआ हे अडीच मैलाहून अधिक उंचीचे याचे सर्वात उंच शिखर आहे व तो जगातील सर्वात उंच ज्वालामुखी पर्वत आहे. मौना लोआच्या पूर्वेकडील उतारावर किलोआ हे ज्वालामुखीचे दोन मैल रुंदीचे आणखी एक मुख आहे व ते जगातील जागृत मुखांपैकी सर्वात मोठे मुख आहे. त्यात कायमच काही ना काही हालचाल होत असते, मधूनमधून लाव्हा वाहू लागतो, पण त्याचा स्फोट होत नाही.

जून १९१२ मध्ये दक्षिण अलास्कातील 'काटमाय'चा झालेला स्फोट हा अलीकडील काळातील अमेरिकेतील सर्वात मोठा उद्रेक होय. ज्वालामुखीच्या सभोवतालच्या ५,००० चौरस मैलांच्या क्षेत्रात यातून निघालेली राख व धूळ पसरली होती आणि १०० मैल पूर्वेला असणाऱ्या कोडिआक या शहरापर्यंतही ती पोचली होती. त्या शहरातील सर्वांना तेथून हलवावे लागले; पण अलास्काच्या त्या भागात खूपच कमी लोकवस्ती असल्याने फारसे नुकसान झाले नाही.

हवाई व अलास्का सोडून अमेरिकेच्या इतर ४८ राज्यांत मात्र अजिबात ज्वालामुखी नाहीत. ओरेगॉन व वॉशिंग्टन राज्यातून उत्तर-दक्षिण पसरलेल्या कास्केड या पर्वतरांगांमध्येच केवळ काही जागृत ज्वालामुखी आहेत. या रांगांमधील १५ शिखरे ज्वालामुखींची आहेत; पण अलीकडच्या काळात त्यात फारशी हालचाल झाली नाही.

वॉशिंग्टन राज्यातील टाकोमा शहराच्या आग्नेय दिशेला ५० मैलांवर कास्केड पर्वतरांगांमधील माऊंट रेनियेर हे पावणे तीन मैल उंचीचे सर्वात उंच शिखर आहे. हा पर्वतही ज्वालामुखीच असला तरी निदान गेल्या २,००० वर्षांत तरी याचा उद्रेक झालेला नाही.

रेनियेरच्या दक्षिणेला १०० मैलांवर हूड नावाचा दोन पूर्णांक एक अष्टमांश मैल उंचीचा पर्वत आहे. ओरेगॉन राज्यातील हे सर्वात



कॅस्केड पर्वतरांगेतील ज्वालामुखीची शिखरे

उंच शिखर आहे. हाही एक ज्वालामुखीच आहे, पण अनेक वर्षांत त्यात काहीच हालचाल दिसून आलेली नाही. १९७५ सालापर्यंत कास्केड पर्वतरांगांमधील कोणत्याच ज्वालामुखीत निदान त्यापूर्वीच्या साठ वर्षांपर्यंत तरी काहीच हालचाल आढळली नाही.

रेनियेरपासून १३५ मैल उत्तरेला कॅनडाच्या सीमेजवळ बेकर नावाचे दोन मैल उंचीचे शिखर आहे. मार्च १९७५ मध्ये या पर्वतावर पांढऱ्या रंगाचा धूर दिसू लागला. प्रथम ही जंगलात लागलेली आग असावी असेच लोकांना वाटले; पण अधिक निरीक्षणानंतर या मुखातून धूर व राख बाहेर येत आहे असे लक्षात आले.

बेकर पर्वतावर यानंतर विशेष काही घडले नाही; परंतु ओरेगॉनमधील पोर्टलंडपासून केवळ ४५ मैलांवर वॉशिंग्टन राज्यात नैऋत्येला सेंट हेलेन्स या पर्वतावरही अशीच हालचाल दिसून आली.

सेंट हेलेन्स हा पर्वत उंचीला दोन मैलांहूनही कमीच आहे, मात्र १८३१ ते १८५४ च्या दरम्यान यात बरीच हालचाल घडत होती. त्या काळी त्या भागात फारशी लोकवस्ती नव्हती, म्हणून नेमके काय घडले याचे तपशीलवार वर्णन उपलब्ध नाही; आणि तेथे फारसे नुकसानही झाले नव्हते.

१८५४ नंतर मात्र १२५ वर्षे हा पर्वत शांतच होता. हा एक सुंदर बर्फाच्छादित पर्वत दिसत असे आणि तो धोकादायक असेल असे कोणालाच वाटत नव्हते.

परंतु मार्च १९८० मध्ये या पर्वताच्या सभोवतालचा भाग कंप पावू लागला. अनेक लहान भूकंपांनंतर २७ मार्चला यातून वाफ व राख बाहेर येऊ लागली.

त्यानंतर सुमारे सहा आठवडे विशेष काहीच घडले नाही. बेकर पर्वताबाबत १९७५ साली घडले होते त्याचप्रमाणे हा पर्वतही

उद्रेकापूर्वी उद्रेकानंतर

सेंट हेलेन्सचा उद्रेक - १८ मे १९८०

शांत होईल असेच सर्वांना वाटत होते; परंतु १८ मे १९८० च्या सकाळी दोन मोठे भूकंप झाले आणि सेंट हेलेन्स पर्वताचा स्फोट झाला. हा स्फोट कार्काटोआसारखा प्रचंड नव्हता; पण अमेरिकेच्या ४८ राज्यांच्या इतिहासातील हा ज्वालामुखीचा सर्वात मोठा उद्रेक होता.

लक्षावधी टन वजनाचे खडक व राख १२ मैल उंचीपर्यंत वातावरणात फेकले गेले. राख व धूळ यांची गळती ज्वालामुखीच्या पूर्वेला ५०० मैलांपर्यंत होत राहिली. काही ठिकाणी तर हे प्रवाह ३-४ फूट इतके दाट होते.

सेंट हेलेन्स पर्वतावरील बर्फ वितळले आणि त्यामुळे माती व चिखलाच्या ज्या नद्या वाहू लागल्या. त्यात घरे, गाड्या व पूलदेखील वाहून गेले. सुदैवाने, आधीच्या दोन महिन्यांत ज्वालामुखीतून आवाज येऊन भूकंपही होत असल्याने या भागातील बहुतेक लोक येथून निघून गेले होते. तरीही २० पेक्षा अधिक लोकांचा मृत्यू झाला व १०० हून अधिक लोक बेपत्ता झाल्याची बातमी होती.

विशेष म्हणजे, सेंट हेलेन्स ज्वालामुखीचे उद्रेक होतच राहिले. कदाचित ही हालचाल अनेक वर्षांपर्यंत चालू राहील अशीही शक्यता आहे.

पर्वत नसलेल्या ठिकाणीदेखील ज्वालामुखीचे उद्रेक होऊ शकतात.

मेक्सिकोमध्ये मेक्सिको शहराच्या पश्चिमेला २०० मैलांवर परिक्युटिन नावाचे एक खेडे होते. गावापासून तीन मैलांवर काही शेतकरी २० फेब्रुवारी १९४३ रोजी एका सपाटीवरील मक्याच्या शेतात काम करत होते. दुपारी ४ वाजता त्यांना जमिनीत एक भेग पडलेली आढळली. ही भेग रुंद होत जाऊ लागली. त्यांच्या पायाखालील जमीन हादरू लागली आणि त्या भेगेतून ज्वाळा व धूर जोराने बाहेर येऊ लागला.

काही महिन्यांनंतरचे परिक्युटिन

दिवसा

रात्री

घाईघाईने शेतकरी तेथून निघाले व गावातल्या आपल्या घरी गेले. दुसऱ्या दिवशी सकाळपर्यंत जिथे आदल्या दिवशी मक्याचे शेत होते, तेथे १०० फूट उंचीचा राखेचा ढिगारा जमला होता. त्या ढिगातून आणखी राख व धूर बाहेर येतच होता आणि तो ढिगारा अधिकाधिक मोठा होत गेला. हा ज्वालामुखी मोठा होत गेला आणि त्याला परिक्युटिन पर्वत नावाने ओळखले जाऊ लागले.

पहिल्या वर्षाच्या अखेरीपर्यंत या ज्वालामुखीची उंची १,५०० फुटांपर्यंत वाढली होती व त्याने संपूर्ण परिक्युटिन गाव व्यापले होते. पॉम्पे हे शहर ज्याप्रमाने राखेखाली गाडले गेले होते, त्याचप्रमाणे परिक्युटिन गावही गाडले गेले. फरक इतकाच, की हे संथ गतीने झाल्याने यात जीवितहानी झाली नाही. दुसऱ्या वर्षीच्या अखेरीपर्यंत परिक्युटिनने शेजारचे आणखी एक मोठे खेडेही व्यापले होते. ही प्रक्रिया संथ गतीने झाल्याने गावातील लोकांना निघून जाण्यास पुरेसा अवधी मिळाला.

अखेर हा उद्रेक ९ वर्षांनंतर १९५२ साली शमला. तोपर्यंत परिक्युटिन पर्वताची उंची सव्वा मैल झाली होती व सर्व दिशांनी सात मैलांपर्यंतच्या परिसरातील शेते व झाडेझुडपेदेखील पूर्णपणे नष्ट झाली होती.

४ | पृथ्वीच्या पोटातील उष्णता

ज्वालामुखींसंबंधी एवढा अनुभव गाठीशी असला तरी ज्वालामुखीचे उद्रेक कशामुळे होतात हे आपल्याला समजले आहे का?

पृथ्वीच्या कवचाखाली मोठ्या प्रमाणावर उष्णता दडलेली आहे, हा ज्वालामुखी समजून घेण्याचा अद्याप तरी एकमेव मार्ग आहे. विशेष म्हणजे, प्राचीन काळापासून हे आपल्याला माहीत आहे, कारण ही धग आपण अनुभवू शकतो.

पृथ्वीवरील निरनिराळ्या ठिकाणच्या खोल खाणींतून सोने, हिरे किंवा इतर किमती धातू तसेच मूल्यवान खडे काढले जातात. खाण जितकी खोल असेल तितके तेथील तापमान अधिक असते व खाण पृथ्वीवर कोठेही असली तरी त्यात काही फरक पडत नाही.

जगातील सर्वाधिक खोल खाण दक्षिण आफ्रिका खंडात आहे. ती दोन मैलांहून अधिक खोल असून त्या खोलीवरील खडकांच्या भिंतीचे तापमान १२६ अंश फॅरनहाइट इतके असते. खाणींमध्ये बाहेरून थंड हवा पंपाने सोडल्याखेरीज तिथे काम करणे अशक्यच होते.

खोली जसजशी वाढत जाते तसतसे पृथ्वीचे तापमान वाढत जाते याबद्दल शास्त्रज्ञांची खात्री आहे. पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून १०० मैल खोल गेल्यास तेथील खडकांचे तापमान सुमारे २,००० अंश फॅरनहाइट इतके असेल. पृष्ठभागावर अशा तापमानात खडक पूर्णपणे वितळून लाव्हा तयार झाला असता; परंतु १०० मैल खोलीवर पृष्ठभागावरील खडकांच्या वजनाच्या दाबाने हे खडक एकत्रित दाबले जातात म्हणून ते घनस्वरूपातच राहतात.

पृथ्वीच्या कवचाखालील अतिशय गरम खडकांच्या थराला मध्यकवच किंवा प्रावरण (मॅन्टल) असे नाव आहे.

पृथ्वीच्या कवचाखाली सुमारे १८०० मैलांवर हा खडकाळ प्रावरणाचा भाग संपुष्टात येतो. त्याखाली पृथ्वीचा गाभा (कोअर) असून तो बहुधा द्रवस्वरूपातील लोखंडाचा असेल व तो अतिशय उष्ण असल्याने या द्रवाचा रंग सफेद असेल असा अंदाज आहे. पृथ्वीच्या केंद्रस्थानाचे तापमान ५,००० ते ६,००० अंश फॅरनहाइट म्हणजेच सूर्याच्या पृष्ठभागाइतके असेल, असाही एक अंदाज आहे.

पृथ्वीच्या पोटात भरपूर उष्णता आहे व त्यावरून ज्वालामुखींचे स्पष्टीकरण देता येईल; परंतु ही उष्णता आली कोठून?

पृथ्वी कशा तऱ्हेने अस्तित्वात आली असावी यावरूनच या प्रश्नाचे उत्तर देता येईल. सुरुवातीला पृथ्वीदेखील सूर्याचाच एक हिस्सा असेल, असे सुमारे ५० वर्षांपूर्वीपर्यंत शास्त्रज्ञांचे मत होते. शेजारून जाणाऱ्या दुसऱ्या एखाद्या ताऱ्याच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे पृथ्वीही इतर ग्रहांप्रमाणेच सूर्यापासून तुटून वेगळी झाली असेल.

तसे झाले असल्यास, पृथ्वीचा गाभा सूर्याच्या पृष्ठभागाइतका गरम असल्याचे आश्चर्य वाटण्याचे कारण नव्हते. सुदैवाने, पृथ्वीचा पृष्ठभाग थंड झाल्याने मनुष्यप्राणी व इतर अनेक प्रकारची जीवसृष्टी येथे सुखाने राहू शकते.

तथापि, खगोलशास्त्रज्ञांनी बारकाईने केलेल्या निरीक्षणानंतर, पृथ्वी सूर्याचाच एक हिस्सा असावी, हा विचार टिकून राहू शकला नाही. या विचारात अनेक चुका होत्या. अखेर, पृथ्वी कधीच सूर्याचा हिस्सा नव्हती, असे खगोलशास्त्रज्ञांनी मान्य केले.

कार्ल फ्रेडरिक फॉन व्हिट्सेकर (जन्म १९१२) या जर्मन खगोलशास्त्रज्ञाने पूर्वी चुकीच्या समजल्या गेलेल्या एका सिद्धान्ताचा १९४४ साली नव्याने विचार केला. यातील काही तपशिलांच्या चुका त्याने दुरुस्त केल्या व इतर अनेक प्रकारच्या सुधारणा केल्यावर

इतर खगोलशास्त्रज्ञांनी तो सिद्धान्त मान्य केला.

या सुधारित सिद्धान्तानुसार सूर्य व इतर ग्रह धूळ व वायूच्या प्रचंड ढगापासून एकाच वेळी तयार झाले. धूळ व वायू एकत्र आल्याने त्यांचे मोठे कण बनले, मग त्याहून मोठे, आणखी मोठे.... अखेर प्रचंड तुकडे गुरुत्वाकर्षणाने एकावर एक असे आपटून एकत्रित आले व त्यांपासून निरनिराळी जगे अस्तित्वात आली.

यापैकी जो बराचसा मोठा ऐवज ढगाच्या केंद्रस्थानी होता, तो एकत्र येऊन त्यांचा सूर्य बनला. इतर सर्व ग्रह एकत्रित केले तरीदेखील त्यांच्यापेक्षा सूर्य मोठा आहे. तथापि, ढगांच्या कडेला जो ऐवज राहिला होता त्यातून अनेक ग्रहांची निर्मिती होण्यासही तो पुरेसा होता.

परंतु एकत्रित झालेले हे सर्व भाग थंड होते. मग पृथ्वी एवढी उष्ण कशी काय झाली?

गुरुत्वाकर्षणामुळे दोन भाग जेव्हा एकमेकांवर आदळतात त्या वेळी त्यांतील हालचालीच्या ऊर्जेचे रूपांतर उष्णतेत होते. जेव्हा अनेक भाग एकमेकांवर आदळून मोठा गोळा तयार होतो तसतशी अधिकाधिक उष्णता निर्माण होते. अखेर, पृथ्वीएवढी मोठी वस्तू तयार होईपर्यंत हा नवा ग्रह उष्णतेने शुभ्र दिसण्याएवढी उष्णता तयार झालेली असते.

अर्थातच, जितके अधिक तुकडे एकत्रित होतील, तेवढे ते जग अधिक उष्ण असते. गुरू हा ग्रह पृथ्वीपेक्षा खूप मोठा आहे व त्याचे अंतरंगही पृथ्वीपेक्षा अधिक उष्ण आहे. सूर्य सर्वाधिक मोठा असल्याने तो सर्वात अधिक गरम आहे.

सुरुवातीला पृथ्वी जर गरम असेल; परंतु तिचा बाहेरील भाग थंड होण्याइतका काळ जर ती अस्तित्वात असेल, तर मग तिचे अंतरंगही थंड का झाले नाही? पृथ्वी सर्व बाजूंनीच थंड का झाली नाही?

सूर्यमालेची निर्मिती

उष्णतेला खडकांमधून बाहेर पडण्यास खूपच अधिक वेळ लागतो हे त्याचे उत्तर आहे. खडक उष्णताविरोधक असल्याने त्यातील उष्णता सहजपणे बाहेर पडू शकत नाही. पृथ्वीच्या

पृष्ठभागावरील खडकांचे आवरण तिचे अंतरंग गरम राखतात.

तरीही कवचातील खडकांमधून उष्णता अतिशय संथपणे का होईना, पण बाहेर पडतेच. पुरेशा कालावधीनंतर पृथ्वी पूर्णपणे थंड होईल.

१९०० सालाच्या सुमारास पृथ्वीचे वय सुमारे २० कोटी वर्षांहून अधिक नसेल असेच बहुतेक शास्त्रज्ञांचे मत होते. पूर्णपणे थंड होण्यासाठी हा कालावधी पुरेसा नव्हता.

खडकात असणाऱ्या युरेनियम या धातूचे अत्यंत संथ गतीने जस्त या धातूत रूपांतर होते. त्यावरून खडकांचे वय कसे समजून घ्यावे हे १९०५ साली बरट्रॅम बी. बोल्टवुड (१८७०-१९२७) या अमेरिकन शास्त्रज्ञाने दाखवून दिले. या प्रक्रियेला किरणोत्सर्ग असे म्हणतात.

एखाद्या खडकात युरेनियम व जस्त अल्प प्रमाणात असल्यास दोन्हीचे मोजमाप करता येते. खडकात असणाऱ्या युरेनियमपासून तेवढे जस्त तयार होण्यास किती कालावधी जावा लागेल, हे शास्त्रज्ञ गणिताच्या आधारे सांगू शकतात व त्यावरून त्या खडकाचे वय समजते.

त्यानंतर लवकरच, पृथ्वीचे वय अनेक अब्ज वर्षे आहे, असे या पद्धतीने सिद्ध करता आले. अखेर, पूर्वी कल्पना केली होती त्यापेक्षा पृथ्वीचे वय सुमारे २० पट अधिक म्हणजे ४ अब्ज वर्षांहून अधिक आहे याबाबत शास्त्रज्ञांची खात्री झाली. आतापर्यंत पृथ्वीचे अंतरंग थंड होण्यास पुरेसा कालावधी मिळाला होता. याचाच अर्थ, ज्वालामुखींचे मोठे उद्रेक होण्याएवढी उष्णता पृथ्वीच्या पोटात दडली असण्याचे कारण नाही... तरीही ज्वालामुखींचे उद्रेक होतातच.

याचे उत्तरही परत एकदा युरेनियमकडूनच मिळते. युरेनियमच्या कणांचे जस्तात रूपांतर होताना सूक्ष्म प्रमाणात उष्णता निर्माण होते. युरेनियमचे रूपांतर इतक्या संथ गतीने होते की, उदाहरणार्थ,

एक पौंड वजनाच्या युरेनियमचे रूपांतर होताना निर्माण झालेली सूक्ष्म प्रमाणातील उष्णता आपल्या लक्षातही येत नाही. तरीही, सबंध जगातील अब्जावधी टन युरेनियमचे संथ गतीने जस्तात रूपांतर होताना निर्माण झालेल्या उष्णतेचा विचार केला तर ती बरीच असते, असे लक्षात येईल.

शिवाय, युरेनियमखेरीज इतर किरणोत्सर्गी द्रव्येही आहेतच. सर्व किरणोत्सर्गी द्रव्यांतून निर्माण होणाऱ्या सर्व उष्णतेचा एकत्रितपणे विचार केला असता असे दिसून येते, की किरणोत्सर्गातून पृथ्वीच्या मध्यकवचात जमा होणारी उष्णता व पृथ्वीच्या कवचातून बाहेर पडणारी उष्णता या जवळजवळ समानच आहेत.

निराळ्या शब्दात सांगायचे तर, पृथ्वी अजिबातच थंड होत नाही. किरणोत्सर्गामुळे तिचे अंतरंग उष्णच राहते. अर्थात, युरेनियम व इतर किरणोत्सर्गी द्रव्ये जस्त व इतर किरणोत्सर्गी नसणाऱ्या द्रव्यात रूपांतरित होण्याने हळूहळू नाहीशी होत आहेत. तथापि, या किरणोत्सर्गी द्रव्यातून निर्माण होणाऱ्या उष्णतेचा प्रभाव दुर्लक्ष करण्याइतपत कमी होण्यासाठी आणखी अब्जावधी वर्षे जावी लागतील. म्हणजेच अब्जावधी वर्षांनंतर पृथ्वी इतकी थंड होईल, की पृथ्वीवर ज्वालामुखी असणार नाहीत.

परंतु पृथ्वीचे अंतरंग सर्वत्र सारखेच उष्ण असले तरी केवळ काही ठिकाणीच ज्वालामुखी का आढळतात?

पृथ्वीचे कवच सर्व ठिकाणी सारखे नाही, हे त्याचे उत्तर असू शकेल. काही ठिकाणी हे कवच कमजोर दिसते; किंवा काही ठिकाणी तडे जाऊन त्यातून मध्यकवचातील उष्णता बाहेर पडत असावी.

काही ठिकाणी तर ही उष्णता पृष्ठभागाच्या इतक्या वरपर्यंत येते, की जमिनीतील पाणी तापते. त्यातून गरम पाण्याचे झरे निघतात. काही वेळा हे पाणी उकळू लागते आणि त्यातून निर्माण

होणाऱ्या वाफेने हे पाणी जोराने हवेत वर फेकले जाते. गरम पाण्याच्या अशा प्रचंड कारंज्याला 'गेझर' असे म्हणतात.

मोठ्या प्रमाणावर उष्णता बाहेर पडली की अर्थातच ज्वालामुखी तयार होतो.

पृथ्वीच्या कवचातील कमकुवत स्थाने वाटेल त्या ठिकाणी नसतात. पृथ्वीवरील ५०० जिवंत ज्वालामुखींपैकी सुमारे ३०० तरी प्रशांत महासागराच्या किनाऱ्याजवळच्या वर्तुळाकार परिसरात आढळतात, तर आणखी सुमारे ८० ज्वालामुखी इंडोनेशियाच्या बेटांच्या परिसरात आहेत. ज्वालामुखींच्या या परिसराला बऱ्याच वेळा ज्वालामुखींचे वर्तुळ किंवा 'रिंग ऑफ फायर' असेच म्हटले जाते.

ही बाब एकोणिसाव्या शतकातच शास्त्रज्ञांच्या लक्षात आली. कदाचित प्राचीन काळी चंद्र पृथ्वीचा भाग असेल आणि तो निसटून गेल्यावर रिकाम्या झालेल्या जागीच प्रशांत महासागर बनला असेल, म्हणून या महासागराच्या भोवतालच्या जागी पृथ्वीचे कवच कमकुवत झाले असेल आणि त्यामुळेच त्या ठिकाणी ज्वालामुखी तयार झाले असतील.

परंतु हे खरे नव्हते, असे नंतर समजून आले. चंद्र कधीच पृथ्वीचा हिस्सा नव्हता, असे आता शास्त्रज्ञांचे मत आहे.

पृथ्वीच्या नकाशावर सर्व ज्वालामुखींच्या ठिकाणांची नोंद केली आणि आतापर्यंत झालेल्या सर्व भूकंपांच्या केंद्रांचीही त्यावर नोंद केली अशी कल्पना करा. या नकाशात रिंग ऑफ फायर दिसून येते तसेच इतरही काही रेषा व वळणे दिसून येतात. पृथ्वीच्या अशा नकाशात कवचाचे मोठमोठे तुकडे असावेत असे दिसते आणि त्यांच्या काठांवर ज्वालामुखी व भूकंपांची केंद्रे दिसून येतात.

१९५० सालाच्या सुमारास, पृथ्वीचे कवच हे एकमेकांत बसवलेल्या मोठमोठ्या तुकड्यांच्या म्हणजेच भूस्तरांच्या स्वरूपात

—— भूस्तराची सीमारेषा
· ज्वालामुखी

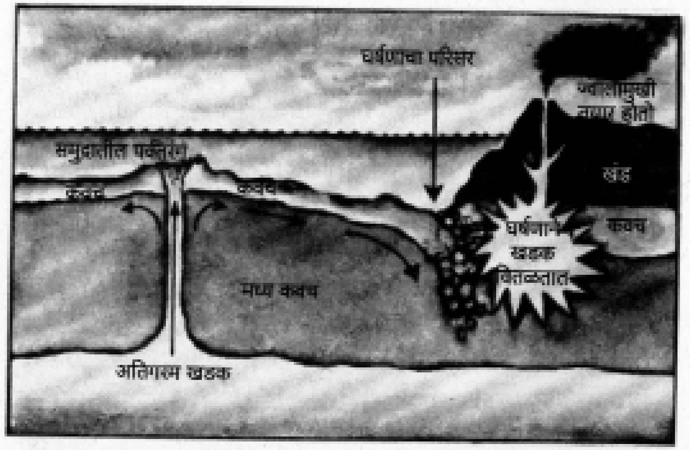
बनले आहे, असे दर्शवणारा बराचसा पुरावा शास्त्रज्ञांना मिळाला.

या भूस्तरांची संथ गतीने हालचाल होत असते. पृथ्वीच्या मध्यकवचातील खडक जरी घन स्वरूपात असले, तरी ते गरम असल्याने, गरम मेणाप्रमाणे अत्यंत संथ गतीने प्रवाही असतात. मध्यकवचात वर्तुळाकार गतीने खडकांचे प्रवाह संथ गतीने वाहत असावेत असे शास्त्रज्ञांचे मत आहे. कवचाखाली वाहणाऱ्या या प्रवाहांमुळे भूस्तरांचीही थोड्याफार प्रमाणात हालचाल होत असावी. काही भूस्तर संथ गतीने एकमेकांपासून दूर ढकलले जात असतील, तर काही एकमेकांकडे ढकलले जात असतील.

या हालचालींमुळे भूस्तरांच्या सांध्यांच्या ठिकाणी कमकुवत स्थाने निर्माण होऊन त्यातून ज्वालामुखींच्या रूपाने उष्णता बाहेर पडत असावी.

एखाद्या ज्वालामुखीचा उद्रेक केव्हा होईल हे आपल्याला अगोदर वर्तवता येईल का?

अद्याप तरी नाही; पण आपल्याला भूस्तरांच्या हालचालींबाबत

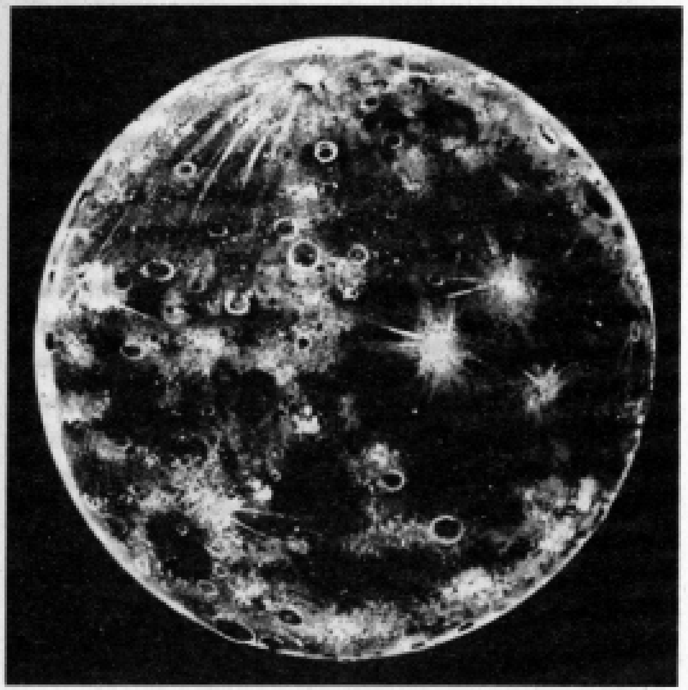


समुद्रतळाचे प्रसरण व ज्वालामुखींची निर्मिती

जसजशी अधिकाधिक माहिती मिळेल, त्यानुसार आपल्याला हे अंदाज कसे बांधावेत हेही समजू शकेल.

ज्वालामुखीचा उद्रेक थोपवण्याचा काही मार्ग आपल्याला सापडू शकेल का? किंवा एखादा मोठा उद्रेक होण्यासाठी मोठा दबाव जमा होण्यापूर्वीच एखादा लहानसा स्फोट घडवता येऊन मोठा उद्रेक टाळता येईल का?

सध्या तरी असा काहीच उपाय आपल्याकडे नाही; पण कोणी सांगावे, भूस्तरांबाबत अधिक माहिती मिळाल्यावर असा एखादा उपाय सापडूही शकेल.



चंद्रावरील ज्वालामुखींची मुखे

५ विश्वातील इतर ज्वालामुखी

विश्वात इतरत्रही ज्वालामुखी आहेत का?

इतरत्रही ज्वालामुखी असावेत अशी कल्पना करणे तर्कसंगत होईल. सूर्यमाला जेव्हा प्रथम तयार झाली, तेव्हा यातील मोठ्या आकारांचे ग्रह अतिशय गरम असणार. पृष्ठभाग थंड होऊ लागल्यावर, पातळ व थोड्याफार थंड कवचाखाली अडकून राहिलेली उष्णता अधूनमधून बाहेर पडताना ज्वालामुखींचे मोठे उद्रेक होत असणार.

काही वेळा मात्र नवे जग लहान असल्याने इतके चटकन थंड झाले असेल, की तेथे ज्वालामुखींचे उद्रेक अजिबातच होत नसतील. किंवा अंतरंग जरी उष्ण असले तरी बाहेरील कवच जर खूप जाड असेल, तर आतील उष्णतेला बाहेर पडण्यासाठी कमकुवत स्थाने मिळतच नसतील.

चंद्रावर अशी अनेक ठिकाणे आहेत, की जेथून हजारो चौरस मैलांच्या प्रदेशात लाव्हा वाहत गेल्याच्या खुणा दिसून येतात; पण हे सर्व चंद्राच्या इतिहासाच्या अगदी सुरुवातीच्या काळात घडले असावे. आता तरी चंद्रावर ज्वालामुखींची हालचाल असल्याची काहीच चिन्हे नाहीत.

१९७१ सालच्या अखेरीस 'मरिनर-९' नावाचे शोधयान मंगळाच्या कक्षेत फिरू लागले. त्याने मंगळाच्या पृष्ठभागाची छायाचित्रे घेतली. या छायाचित्रांच्या आधारे मंगळाच्या संपूर्ण पृष्ठभागाचा नकाशा तयार करण्यात आला.

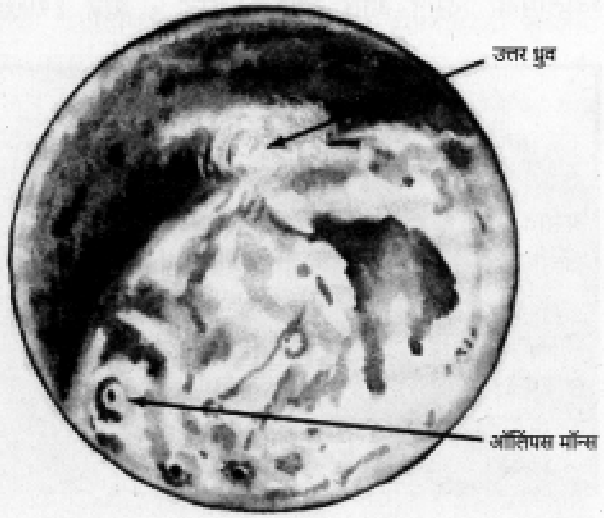
मंगळावर अनेक चर, डोंगर, दऱ्या वगैरे दिसून आले. एका प्रदेशात ज्वालामुखीचे मुख असावे अशा मोठ्या पर्वतांची एक मालिकाच दिसून आली; आणि ते ज्वालामुखी असणार हे स्पष्टच

होते. यापैकी सर्वात मोठ्या पर्वताला आता 'ऑलिंपस मॉन्स' असे नाव देण्यात आले आहे.

पृथ्वीवरील कोणत्याही ज्वालामुखीपेक्षा ऑलिंपस मॉन्स खूपच मोठा आहे. मंगळाच्या सर्वसामान्य पृष्ठभागाहून याच्या शिखराची उंची १५ मैल व पायथा सुमारे २५० मैल रुंद आहे. याची उंची पृथ्वीवरील हवाई बेट या ज्वालामुखीच्या दुप्पट, तर रुंदी हवाई बेटांच्या तिप्पट आहे. विशेष म्हणजे, ऑलिंपस मॉन्सचे मुख ४० मैल रुंद म्हणजे पृथ्वीवरील सर्वात मोठ्या ज्वालामुखीपेक्षा कितीतरी मोठे आहे.

तथापि, आपल्याला मिळालेल्या माहितीवरून, ऑलिंपस मॉन्स व मंगळावरील इतरही ज्वालामुखी आता मृतावस्थेत आहेत. बऱ्याच मोठ्या कालावधीत त्यांचा उद्रेक झालेला नाही.

१९७८ सालाच्या अखेरीस 'पायोनियर-व्हीनस' नावाचे एक



मंगळ

शोधयान शुक्राच्या कक्षेत फिरत ठेवण्यात आले. शुक्राच्या वातावरणात असणाऱ्या दाट ढगामुळे शुक्राचा पृष्ठभाग दिसू शकत नाही; परंतु रडारमधून निघणारे किरण याच्या पार जाऊ शकतात व पृष्ठभागावरून परावर्तित होतात. रडारच्या साहाय्याने पायोनियर-व्हीनसवरील यंत्रसामग्रीने शुक्राच्या बहुतांश पृष्ठभागाचा नकाशा तयार करण्यात आला आहे.

रडारने दाखवलेले काही पर्वत ज्वालामुखी असावेत असे दिसते. ऱ्हिया मॉन्स असे नाव देण्यात आलेला बहुधा ज्वालामुखी असावा व त्याच्या पायथ्याचा विस्तार अमेरिकेतील न्यू मेक्सिको या प्रांताच्या क्षेत्रफळाइतका असावा. तो जर खरोखरच ज्वालामुखी असेल, तर तो मंगळावरील ऑलिंपस मॉन्सपेक्षाही मोठा असेल. तथापि, शुक्रावरील ज्वालामुखीदेखील जागृत असण्याची काहीच चिन्हे नाहीत.

एक पृथ्वीचा अपवाद सोडल्यास सूर्यमालेत कोठेच जागृत ज्वालामुखी दिसून आले नाहीत; परंतु ५ मार्च १९७९ रोजी

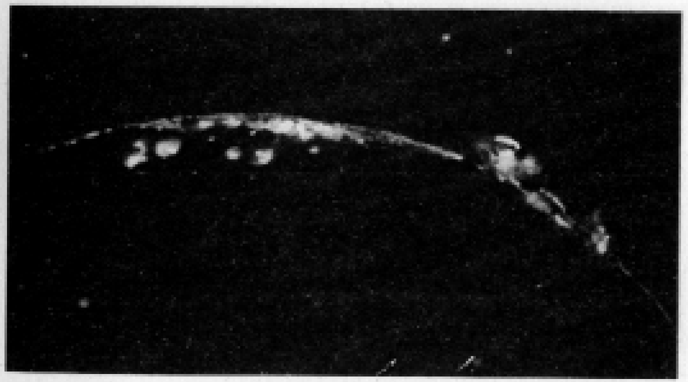
ऑलिंपस मॉन्स - मंगळावरील विझलेला ज्वालामुखी

'व्हॉयेजर १' हे शोधयान गुरूच्या पलीकडे गेले व त्याने गुरूच्या उपग्रहांचा अभ्यास केला.

गुरूचे ४ उपग्रह साधारणपणे चंद्राच्या आकाराचे किंवा त्याहून मोठे आहेत. गुरूच्या सर्वात जवळच्या उपग्रहाचे नाव आहे आयो. तो जवळजवळ आपल्या चंद्राइतकाच मोठा आहे आणि त्याचे गुरूपासून अंतरही, चंद्राचे पृथ्वीपासून आहे तेवढेच आहे.

गुरूच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे त्याच्या उपग्रहांवर भरती-ओहोटी येते. या भरती-ओहोटीमुळे उपग्रहाच्या अंतरंगातील खडकांना ओढ बसते व त्यामुळे उष्णता निर्माण होऊ शकते. आयो गुरूच्या सर्वात जवळ असल्याने, इतर उपग्रहांपेक्षा त्याच्यावर या उष्णतानिर्मिती प्रक्रियेचा अधिक परिणाम होतो.

'व्हॉयेजर-१' गुरूजवळून जाण्याच्या काही दिवस अगोदरच काही खगोलशास्त्रज्ञांनी असे सुचवले होते, की गुरूच्या भरती-ओहोटीच्या प्रभावामुळे ज्वालामुखी तयार होण्याएवढी उष्णता आयोच्या अंतरंगात असणे शक्य आहे. त्यानंतर 'व्हॉयेजर-१' गुरूजवळून गेला व त्याने आयोची छायाचित्रे घेतली... आणि त्यात



आयोवरील ज्वालामुखी

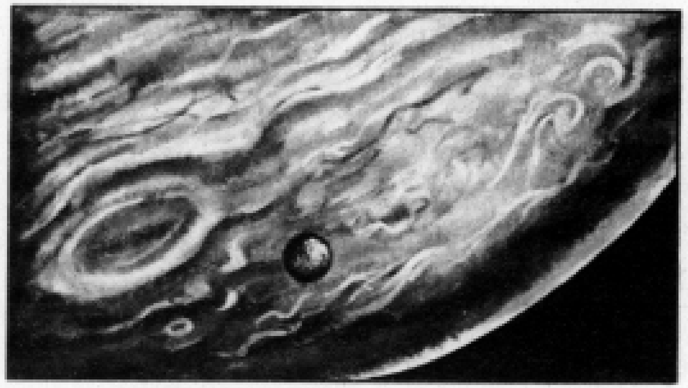
ज्वालामुखी होते।

आयोवरील ८ ज्वालामुखींचा प्रत्यक्षात स्फोट होत होता. चार महिन्यांनंतर 'व्हॉयेजर-२' हे दुसरे शोधयान गुरूजवळून गेले. त्याने घेतलेल्या छायाचित्रांवरून, या आठांपैकी सहा ज्वालामुखींचा उद्रेक त्या वेळीही चालूच होता.

आयोवरील ज्वालामुखींच्या उद्रेकातून मुख्यतः राख व गंधकाची वाफ बाहेर पडते. आयोचा संपूर्ण पृष्ठभाग गंधकाच्या आवरणामुळे लाल, केशरी व पिवळ्या रंगाचा आहे. सल्फर डायॉक्साइडचे काही पुंजके मिळून आयोवरील वातावरण बनले आहे.

म्हणजे आता ज्यावर ज्वालामुखींचा उद्रेक होतो अशी दोन जगे आपल्याला माहीत आहेत - पृथ्वी आणि आयो.

अर्थात, आपल्याला पृथ्वीवरील ज्वालामुखींमध्येच अधिक रस आहे. शास्त्रांमध्ये आपण कितीही प्रगती केली असली, तरी ज्वालामुखींमुळे माणसे मरण पावतातच आणि उद्रेक झाल्यावर बचाव करण्यासाठी तेथून पळून जाण्याशिवाय आपण दुसरे काहीच करू शकत नाही.



गुरूभोवती प्रदक्षिणा करणारा आयो